Giesecke
Bohnerz ...
Mardorf

# ANALYSEN

## DES BOHNERZES VON MARDORF

UND

## DES DARAUS GEWONNENEN ROHEISENS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

BEI DER UNIVERSITÄT ZU GÖTTINGEN

VON

BRUNO TH. GIESECKE.

LEIPZIG

DRUCK VON GIESECKE & DEVRIENT.

1858.

Von so grosser Wichtigkeit und so alt auch das Eisenhüttengewerbe ist, so ist ihm doch erst in verhältnissmässig neuer Zeit die ihm gebührende Aufmerksamkeit Derer geworden, die allein im Stande sind, dasselbe auf einen den übrigen Gewerben ebenbürtigen Stand zu erheben. Erst seit der Zeit, wo man anfing die Chemie zur Grundlage aller hüttenmännischen Processe zu machen, datirt sich jener bedeutende Umschwung, den besonders in letzter Zeit die Eisenindustrie genommen — einer Industrie, der an Umfang keine gleich kommt und welche eine der ersten Stellen in der Reihe der Hebel des Culturlebens der Völker einnimmt, worauf näher einzugehen hier nicht der Ort ist.

Die Lösung der Fragen, die von Seiten der Hüttenmänner an die Chemiker gestellt werden, beruht in den meisten Fällen auf einer vergleichenden Untersuchung der Eisenerze, welche verschmolzen werden sollen, des daraus erhaltenen Roheisens und der nebenbei erhaltenen Schlacke, bisweilen wohl auch der aus dem Roheisen erhaltenen Producte, des Stabeisens und Stahls. Durch in solcher Weise ausgeführte Analysen wird der Hüttenmann in den Stand gesetzt, sich über den Verlauf des Schmelzprocesses Rechenschaft zu geben, Ursache eines oder des andern oft anscheinend bedeutungslosen Umstandes zu ermitteln und so deren Wirkung zu erklären,

die Mittel zu finden, einem grösseren oder geringeren Uebelstande wenn auch nicht immer ganz, so doch theilweise abzuhelfen. Auf diese Weise lernte der Hüttenmann Wahl und Maass der richtigen Gattirung verschiedener Eisenerze sowie der Zuschläge treffen und wurde bekannt mit der Bedeutung der, wenn auch oft in fast unwägbarer Menge vorhandenen, aber nichtsdestoweniger die schädlichsten Wirkungen hervorbringenden, fremden Beimengungen kennen, welche auf verschiedenem Wege in das Roheisen gelangen, aus dem sie dann in die übrigen aus demselben dargestellten Eisensorten, das Stabeisen und den Stahl, übergehen. Durch die Hülfe der Chemie findet aber auch der Hüttenmann Mittel und Wege in vielen Fällen diese besonders im Stabeisen und Stahl sich äussernden verderblichen Wirkungen zu beseitigen.

So gross auch die Verdienste sind, welche sich Männer wie Bergmann, Rinmann, Karsten u. A. um die Eisenhüttenkunde erworben haben, so entbehrt doch noch manche Erscheinung, wie sie sich bei dem Schmelzprocesse darbietet, der richtigen Erklärung. Es scheint daher wünschenswerth, dass besonders dem chemischen Theil des Eisenhüttenprocesses von Seiten der Chemiker noch mehr die ihm gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Leider sind die Fragen von Seiten der Metallurgen nicht immer in der richtigen Weise an die Chemiker gestellt worden; oft ist nur nach der Zusammensetzung des Erzes, oder des Roheisens oder der Schlacke gefragt worden, aus welch' einzelnen Gliedern sich sichere Schlüsse über den Verlauf des Schmelzprocesses nicht ziehen lassen. Nur wenn die Analysen in der oben angegebenen Weise ausgeführt werden, d. h. wenn man das Erz, das daraus erhaltene Roheisen und die nebenbei erhaltene Schlacke einer vergleichenden Untersuchung unterwirft, kann der Hüttenmann einen richtigen Aufschluss über den Schmelzprocess erhalten.

Auch von dem als vorzüglich bekannten Roh- und Stabeisen, welches auf dem Eisenhüttenwerk zu Holzhausen bei Homberg in Kurhessen gewonnen wird, war eine in solcher Weise ausgeführte Analyse noch nicht bekannt, und gern übernahm ich auf Wunsch des Inspectors genannter Hütte, Herrn Becker, die Ausführung derselben.

Für die freundliche Aufnahme und die bereitwilligst ertheilte Auskunft Seiten des Herrn Hütteninspector Becker bei Gelegenheit des Besuches der Hütte zu Holzhausen und des Eisensteinslager unweit Mardorf bei Homberg, sowie für die nachstehender Arbeit gewährte Unterstützung durch Lieferung des Materials sowohl als auch durch Mittheilung der Notizen über den dortigen Hohofenbetrieb u. A. m. spreche ich hierdurch meinen verbindlichsten Dank aus.

Im Folgenden erlaube ich mir die Resultate der Analyse als Dissertation der philosophischen Facultät zugleich mit dem Bedauern vorzulegen, dass es mir für jetzt nicht vergönnt war, die Arbeit in der Weise durchzuführen, wie es ursprünglich meine Absicht gewesen und wie ich sie hoffe später noch ausführen zu können.

# Analyse des Mardorfer Bohnerzes.

Das Erz, aus welchem das als so vorzüglich bekannte Eisen auf der Holzhäuser Hütte gewonnen wird, gehört zu jenen Ablagerungen, welche man als Quellengebilde anzusehen hat und welche mit dem Auftreten der in ihrer Nähe befindlichen Basaltmassen der Werra- und Fuldagegenden in inni gem Zusammenhange stehen.

Bekanntlich enthalten kalte oder heisse Quellen Mineralkörper aufgelöst, die sich aus denselben unter gewissen Umständen in verschiedener Form absetzen. Zu diesen Mineralsubstanzen gehören auch solche, welche durch heisse vulkanische Quellen aus der Tiefe an die Erdoberfläche gelangen und so wegen der ihnen eigenen oft sehr hohen Temperatur zu Ablagerungen von bedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung Anlass geben. Ausser kohlensaurem Kalk, Kieselerde und Gyps sind es auch kohlensaures Eisenoxydul und kohlensaures Manganoxydul, welche sich durch Vermittlung von Kohlensäure aufgenommen nach deren Entweichen absetzten und in solchen Ablagerungen gefunden werden. Durch höhere Oxydation bei Berührung mit der Luft entstand aus dem ersteren Eisenoxydhydrat, aus dem letzteren Manganoxydhydrat und Manganhyperoxydhydrat. Dieselben Mineralkörper werden nun auch oft in Begleitung des Basaltes unter Umständen

gefunden, welche es zweifellos machen, dass sie ihre Entstehung heissen Quellen, welche bei basaltischen Erhebungen emporstiegen, verdanken.

Auf diesen Zusammenhang des Vorkommens von Quellengebilden in Begleitung des Basaltes der Werra- und Fuldagegenden mit der Entstehung dieser Basaltmassen hat in neuester Zeit Hausmann hingewiesen, dessen Vortrag über diesen Gegenstand, gehalten in der Sitzung der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen am 30. Nov. 1857, wir gefolgt sind.

Die Ablagerung unseres Bohnerzes befindet sich am westlichen Fusse des aus Basalt bestehenden Mosenberges, unweit Mardorf und Homberg, mit einer nur geringen Neigung gegen den Horizont nach SO einfallend; sie ruht auf Muschelkalk und ist zunächst von einer dünnen Schicht Letten, dann aber von Thon und Triebsand bedeckt. Die Mächtigkeit des Lagers variirt zwischen 1—6 Fuss, meist beträgt sie 4—5 Fuss.

Dieses sogenannte Bohnerz von Mardorf, von Hausmann als thoniger Gelbeisenstein bezeichnet, findet sich in Körnern von verschiedener Grösse und Form, die sich der Kugelform nähern, mit concentrisch schaaliger Absonderung. Diese Körner zeigen bisweilen im Innern eine verschiedene Färbung, von verschiedenem Wassergehalt des Eisenoxydes herrührend, oft sind in einer grösseren Kugel kleinere eingeschlossen. Das Bindemittel dieser Kugeln ist Thon, manchmal von rein weisser Farbe, oft auch durch Eisenoxyd verschieden gefärbt.

Die grosse Aehnlichkeit, welche dieses Bohnerz mit dem Sprudelstein, dem sogenannten Erbsenstein, wie er sich noch jetzt zu Carlsbad und an andern Orten bildet, zeigt, führt auf die Annahme einer anologen Bildungsweise.

In genauem Zusammenhange mit dem Vorkommen des Eisens in diesen Ablagerungen steht das von Manganerzen, welche zweifellos auf gleiche Weise und zu gleicher Zeit ent-

standen sind. Die Hydrate beider Oxyde, sowohl des Eisenoxydes wie auch des Manganoxydes kommen entweder vergesellschaftet vor oder es hat sich das letztere in Lagern des ersteren in verschiedener Form rein ausgeschieden, je nachdem sich aus dem kohlensauren Manganoxydul Manganoxydhydrat, Graubraunstein, oder Manganhyperoxyd, Manganschaum, bildete. Aus dem gleichzeitigen Absatz von kohlensaurem Eisenoxydul und kohlensaurem Manganoxydul entstand wohl auch eine Verbindung von den Hydraten der Oxyde beider Körper, das Wad, welches sich theils derb, theils in Körner- oder Kugelform mit concentrisch schaaliger Absonderung, oft Kerne von Graubraunstein umgebend, findet.

Dieses gemeinschaftliche Vorkommen der Manganerze mit den Eisenerzen zeigt sich auch bei der Mardorfer Bohnerzablagerung, indem sich das Erz auf der Sohle des Lagers in weniger deutlich ausgebildeter Kugelform und mit dem Bindemittel inniger gemengt zugleich mit deutlich wahrnehmbaren Ausscheidungen von Manganerzen findet.

Was das Alter dieser Ablagerung betrifft, so richtet sich dieses sonach nach dem Alter der basaltischen Erhebungen, die in ihrer Nähe vorkommen und mit deren Entstehung die ihrige im Zusammenhange steht, wobei jedoch anzunehmen ist, dass auch noch lange nach der Bildung der Basaltberge heisse Quellen vorhanden waren und mithin auch die Entstehung von Absätzen aus denselben fortdauerte.

Hausmann sagt in dem angeführten Vortrag hierüber: Wenn es gleich noch nicht entschieden ist, ob sämmtliche basaltische Erhebungen Deutschlands derselben Periode angehören, so ist es doch bei den basaltischen Massen der Werra- und Fulda-Gegenden keinem Zweifel unterworfen, dass ihre Erhebung in die Zeit nach der Entstehung der zu den jüngern tertiären Bildungen gehörenden Braunkohlenformation und der Meersandablagerung fällt, welche früher irrig für ein Aequi-

valent der Grobkalkformation gehalten und erst später als ein neueres, in die Zeit der Subapenninen-Formation fallendes Gebilde erkannt worden. Die basaltischen Massen der Werra- und Fuldagegenden durchbrechen nicht bloss jene beiden tertiären Formationen, sondern bedecken sie auch an manchen Orten.

In dem Bereiche derselben finden sich daher auch besonders die in Begleitung der basaltischen Massen vorkommenden Quellengebilde. Da jene tertiären Ablagerungen grösstentheils von lockerer Beschaffenheit waren, so gestatteten sie nicht allein den Wassern einen Durchbruch, sondern begünstigten auch oft den Absatz der festern Theile aus denselben. Da indessen die älteren Formationen nicht überall wo sie von basaltischen Massen durchbrochen wurden, von jenen tertiären Lagern bedeckt waren, so zeigen sich die Quellengebilde auch manchmal in dem Bereiche der ersteren. In den Werra- und Fuldagegenden erscheinen besonders die hier sehr verbreiteten Flötze des bunten Sandsteins, Muschelkalkes und Keupers von basaltischen Massen durchbrochen. Doch stehen diese auch in einigen Gegenden in Berührung mit älteren Formationen, namentlich mit dem Kupferschiefergebirge und dem von diesen bedeckten Uebergangsgebirge, daher denn auch wohl die begleitenden Quellengebilde in der Nähe derselben angetroffen werden.

Das Resultat der Analyse des Mardorfer Bohnerzes war folgendes:

In 1,72825 Gramm Substanz waren enthalten

| | | |
|---|---|---|
| Eisenoxyd . . | 1,198 . . | 69,27 |
| Thonerde . . | 0,135 . . | 7,81 |
| Kalk . . . . | 0,026 . . | 1,50 |
| Magnesia . . | 0,005 . . | 0,27 |
| Kali . . . . | 0,016 . . | 0,92 |
| Natron . . . | 0,011 . . | 0,66 |
| Molybdän . . | Spur . . | Spur |
| Phosphorsäure . | „ . . | „ |
| Wasser . . . | 0,243 . . | 14,06 |
| Unlösl. Rückstand | 0,1015 . . | 5,87 |
| | 1,7355 | 100,36. |

Schwefel oder Schwefelsäure konnte in dem Erz auf keine Weise nachgewiesen werden. Zur Auffindung etwa vorhandener Spuren von Phosphorsäure wurde in einer besonderen Probe mit molybdänsaurem Ammoniak geprüft, durch welches empfindliche Reagens ein geringer Niederschlag entstand. Ob dieser wirklich Phosphorsäure enthielt, muss vorläufig dahingestellt bleiben, da nach den neuesten Untersuchungen Knop's [1]) Kieselsäure unter gewissen Umständen eine ähnliche Reaction giebt. Auch eine Prüfung auf Vanadin, welcher Körper in neuerer Zeit nicht selten in den Eisenerzen aufgefunden worden, ergab ein negatives Resultat. Zur Auffindung desselben wurde nach Angabe Wöhler's [2]) verfahren. Etwa 200 Gramm fein gepulverten Minerals wurden mit $^1/_3$ des Gewichts Salpeter innig gemengt eine Stunde lang einer mässigen Glüh-

1) Chemisches Centralblatt 1857: No. 44 u. 1858: No. 7.

2) Dessen „praktische Uebungen in der chemischen Analyse" S. 135.

hitze ausgesetzt. Die zerriebene Masse wurde mit Wasser ausgekocht, die Lösung mit Salpetersäure neutralisirt, die sich hierbei abscheidende Thonerde und Kieselsäure abfiltrirt und dann ein Ueberschuss von Chlorbarium zu dem Filtrat zugesetzt. Der hierbei entstehende Niederschlag war gelb gefärbt und sehr schwer durch verdünnte Schwefelsäure, auch bei Gegenwart von Alkohol, zu zersetzen. Die weitere Prüfung des dargestellten Schwefelmetalls vor dem Löthrohre deutete auf Molybdän, dessen Vorhandensein durch die gleichzeitige Anwesenheit in dem aus dem Erz erhaltenen Roheisen bestätigt wird.

Ein wahrscheinlicher Mangangehalt konnte in den gewaschenen Körnern, wie sie zur Analyse verwendet wurden, nicht nachgewiesen werden, während jedoch im Bindemittel deutliche Spuren aufgefunden wurden.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand wurde mit kohlensaurem Natron anhaltend gekocht, wobei sämmtliche freie Kieselsäure in Lösung überging. Dieselbe betrug 54,43 Procent desselben, während der Rest aus einem Thonerdesilicat bestand.

## Gang der Analyse des Bohnerzes.

Nachdem die Körner von ihrem Bindemittel befreit worden, wurden sie im Stahlmörser zerkleinert, dann im Achatmörser gepulvert und hierauf gebeutelt. Das Auflösen des Erzes geschieht am besten durch concentrirte Salzsäure, nachdem dasselbe vorher stark geglüht worden. Dieselbe Probe diente zugleich zur Bestimmung des Wassergehaltes des Erzes nach bekannter Methode. Die Substanz wurde nun vorsichtig aus dem Tiegel in ein kleines Becherglas gebracht, der Tiegel mit Salzsäure nachgespült. Nach mehrstündigem Digeriren im Wasserbade war die Lösung bis auf einen weissen unlöslichen Rückstand, die beigemengte Gangart, erfolgt.

Dieser unlösliche Rückstand, der, wie angeführt, zur Hälfte aus reiner Kieselerde, zur Hälfte aus einem Thonerdesilicat bestand, wurde von dem in Lösung übergegangenen abfiltrirt, ausgewaschen, und sein Gewicht, nachdem er getrocknet, bestimmt. Die abfiltrirte Lösung wurde nun bis auf einen kleinen Theil eingedampft, dann in eine Porcellanschaale gegeben und im Wasserbade zur Abscheidung etwa in Lösung übergegangener Kieselerde zur Trockne eingedampft. Nachdem dies unter Anwendung der nöthigen Vorsichtsmassregeln geschehen, wurde der Rückstand mit Salzsäure befeuchtet, dann Wasser zugegeben, und wieder eine Zeit lang digerirt.

Hierbei löste sich Alles wieder, so dass keine Kieselerde in Lösung übergegangen war.

In dieser Lösung wurde nun zur Trennung von Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure, von deren Anwesenheit wir uns vorher durch eine qualitative Analyse überzeugt hatten, folgendermassen verfahren:

Die Lösung wurde mit schwefliger Säure reducirt bis die Flüssigkeit einen Stich ins Grüne angenommen und eine Probe mit kohlensaurem Natron einen fast weissen Niederschlag gab. Nachdem durch Kochen alle schweflige Säure ausgetrieben worden, wurde die Lösung mit kohlensaurem Natron beinahe neutralisirt. Hierauf wurden einige Tropfen Chlorwasser zugesetzt bis die Flüssigkeit röthlich geworden, um einen Theil des reducirten Eisenoxyduls wieder zu oxydiren. Nach Zusatz von essigsaurem Natron wurde die Lösung gekocht, den hierbei entstehenden Niederschlag liess man absetzen; war die darüberstehende Flüssigkeit farblos, so war eine hinreichende Menge essigsaures Natron zugesetzt worden; nun wurde kochend filtrirt. Der Niederschlag wurde längere Zeit mit Schwefelammonium digerirt, wobei das Eisenoxyd sich in Schwefeleisen verwandelte, während die vorhandene Phosphorsäure in Lösung überging. Dieses letztere Filtrat wurde bis beinahe zur Trockne eingedampft und Ammoniak, Salmiak und schwefelsaure Magnesia zugesetzt. Hierbei entstand auch nach längerem Stehen ein nur sehr geringer Niederschlag, dessen quantitative Bestimmung nicht möglich war. Das auf dem Filter zurückgebliebene Schwefeleisen wurde nun in Salzsäure gelöst, zu dem andern noch als Oxydul in Lösung befindlichen gegeben und Alles mit chlorsaurem Kali oxydirt.

In dieser Lösung wurde nun Eisenoxyd und Thonerde mittelst Ammoniak ausgefällt und damit dies vollständig geschehe, ungefähr 24 Stunden stehen gelassen. Um hierbei eine etwaige durch die von dem Ammoniak aus der Luft ange-

zogenen Kohlensäure bewirkte Fällung des Kalkes zu verhindern, stellte man das Becherglas, in dem die Fällung vorgenommen, auf einen mit ammoniakalischem Wasser gefüllten Teller und stülpte über dasselbe ein grösseres Becherglas, so dass die Luft innerhalb desselben von der äussern Athmosphäre abgeschlossen war. Nachdem sich der Niederschlag gehörig abgesetzt, wurde abfiltrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen. Dieser Niederschlag wurde nun in möglichst wenig Salzsäure gelöst und zu dieser Lösung reines Aetzkali bis zur stark alkalischen Reaction zugegeben. Hierbei löst sich die vorhandene Thonerde im Ueberschuss des Aetzkalis, während das Eisenoxyd ungelöst zurückbleibt. Das letztere wurde abfiltrirt und da das Kali durch Auswaschen nicht gänzlich zu entfernen ist, nochmals in Salzsäure gelöst, wiederum mit Ammoniak ausgefällt, ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

Die in Lösung übergegangene Thonerde wurde mit kohlensaurem Ammoniak ausgefällt, ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

In dem mit Ammoniak Ausgefällten blieb noch die Bestimmung des Kalkes und der Magnesia übrig. Zu diesem Zwecke wurde das Filtrat stark eingedampft und hierauf mit oxalsaurem Ammoniak der Kalk ausgefällt. Der entstandene Niederschlag von oxalsaurem Kalk wurde abfiltrirt, mit kaltem Wasser, dem man etwas oxalsaures Ammoniak zugesetzt, ausgewaschen, getrocknet und als kohlensaurer Kalk bestimmt. Diese Bestimmung geschah in folgender Weise: Der Inhalt des Filters so wie die Asche des letzteren wurde wie gewöhnlich in einen gewogenen Platintiegel gebracht und hierin allmälig bis zur schwachen Rothglühhitze erhitzt, wobei ein Atom Kohlenstoff als Kohlenoxyd fortgeht, so dass im Tiegel kohlensaurer Kalk zurückbleibt. Da hierbei jedoch auch leicht durch entweichende Kohlensäure ein Verlust entstehen kann,

so wurde dieser dadurch auszugleichen gesucht, dass man nach vorherigem Befeuchten der Masse mit Wasser etwas kohlensaures Ammoniak zusetzte und dieses durch allmäliges Erhitzen wieder verflüchtigte. Hierauf wurde abwechselnd einige Male erhitzt und gewogen, bis kein Gewichtsverlust mehr stattfand. Aus dem kohlensaurem Kalk wurde das Gewicht des Kalkes berechnet.

In dem Filtrat wurde durch Ammoniak und phosphorsaures Natron die Magnesia ausgefällt, der Niederschlag mit verdünntem Ammoniak ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen, und aus dem Gewicht der pyrophosphorsauren Magnesia das Gewicht der Magnesia berechnet.

Die Alkalien mussten in einer besonderen Menge bestimmt werden. Zu diesem Zwecke wurde eine bestimmte Menge des Erzes in der oben angegebenen Weise gelöst, von dem unlöslichen Rückstand abfiltrirt und durch Ammoniak und kohlensaures Ammoniak alle oben genannten im Erz enthaltenen Körper ausser der Magnesia ausgefällt. Hierauf wurde die Lösung mit Ammoniak und Salmiak im Ueberschuss versetzt und die noch in der Lösung gebliebene Magnesia mit phosphorsaurem Ammoniak ausgefällt. Die abfiltrirte Lösung wurde zur Vertreibung des Ammoniaks gekocht und hierauf die Phosphorsäure des im Ueberschuss zugesetzten phosphorsauren Natrons mittelst essigsaurem Bleioxyd als eine Verbindung von phosphorsaurem Bleioxyd mit Chlorblei ausgefällt; das überschüssig zugesetzte Bleioxyd wurde durch Ammoniak und Salmiak ausgefällt. Durch Eindampfen der abfiltrirten Lösung erhält man die Alkalien als Chlormetalle, welche als solche gewogen wurden. Nachdem letztere mit etwas Wasser befeuchtet worden, wurde durch Zusatz von Platinchlorid das vorhandene Kali und Natron als $KCl + PtCl_2$ und $NaCl + PtCl_2$ gefällt. Diese wurden wieder im Wasserbade bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, hierauf mit Alkohol von

ungefähr 80° und Aether übergossen und einige Zeit stehen gelassen. Nachdem alles Natriumplatinchlorid in Lösung übergegangen, wurde das ungelöst zurückbleibende Kaliumplatinchlorid auf ein gewogenes Filter gebracht und mit alkoholhaltigem Wasser ausgewaschen, dann getrocknet, gewogen und aus dem Gewicht des Niederschlages das des Kalis berechnet. Die Gewichtsmenge des Chlornatriums wurde durch Abziehen der Gewichtsmenge des Chlorkaliums von dem Totalgewicht des ursprünglichen Gemenges gefunden. Beide gefundene Mengen wurden auf das zur Auffindung der übrigen im Erz anwesenden Körper angewendete Gewicht berechnet.

# Analyse des Roheisens.

Ueber die Gewinnung des Roheisens aus dem Mardorfer Bohnerz auf der Holzhäuser Hütte sei kurz Folgendes erwähnt.

Das Erz, dessen Lager, wie erwähnt, sich in einiger Entfernung von der Hütte befindet, wird, nachdem es einige Zeit auf der Halde gelegen, gewaschen, um es von dem grössten Theil des Bindemittels zu befreien. Dieses Waschen wird in grossen oblongen, etwas schräg liegenden Kästen vorgenommen, durch die man unter Umrühren fliessendes Wasser strömen lässt, welches das Bindemittel, den Thon, aufweicht und fortführt. Die so erhaltenen Körner von verschiedener Dimension werden nun auf die Hütte gefahren, wo sie noch einige Zeit der Luft ausgesetzt liegen bleiben, ehe sie zur Beschickung des Hohofens verwendet werden.

Als hauptsächlichstes Schmelzmaterial wird lufttrocknes Buchenholz angewendet, dem noch etwas Buchen- und Erlenkohlen zugegeben werden. Unverkohltes Holz wird zu gleichem Zwecke nur selten angewendet, obschon es nach den auf der Holzhäuser Hütte gemachten Erfahrungen vollkommen die Kohlen zu ersetzen vermag und sich, wo anderes Brennmaterial nicht vorhanden, wegen seiner grösseren Hitzkraft zu mehrfacher Anwendung bei der Eisengewinnung empfiehlt.

Da das Erz nicht genug Kalk enthält, um mit der vorhandenen Kieselsäure ein leichtflüssiges Silicat zu bilden, so wird

Kalkstein (Muschelkalk) zugeschlagen um die Schlacke etwas leichtflüssiger zu machen.

Eine Gicht besteht aus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Maass lufttrocknem Buchenholz | = 25,76 Kbkf. | = 456 | Pfd. |
| 1 „ Buchen- und Erlenkohlen | = 12,88 „ | = 136 | „ |
| $^3/_4$ Kbkf. Kalkstein ........ | — „ | = $53^1/_2$ | „ |
| 3 Karren Bohnerz ....... | = 6,5 „ | = 514 | „ |

Durchschnittlich gehen täglich $30^3/_7$ Gichten durch und werden täglich 6010 Pfd. Roheisen producirt; demnach werden auf 100 Pfd. Roheisen verbraucht:

257 Pfd. Eisenstein,
26,5 „ Kalkstein,
68 „ Buchen- und Erlen-Holzkohlen,
228 „ lufttrocknes Buchenholz.

Dem Hohofen werden pro Min. 466 Kbfss. Wind (reducirt auf atmosphärische Dichtigkeit und 0° Temperatur) mit einer Pressung von 20 Zoll Wassersäulenhöhe und 185° C. Temperatur zugeführt.

(Das Gewicht = dem Kölnischen.

Das Maass von 1 Fuss = $^{11}/_{12}$ Fuss Rheinländisch.)

Wie oben angegeben beträgt der Eisenoxydgehalt des Erzes in Procenten ausgedrückt 69,27, dem ein Gehalt an metallischem Eisen von 48,48 entspricht. Da wie weiter unten erwähnt, das Erz beim Einschmelzen gleichfalls nur in gewaschenen Körnern, wie solche zur Analyse verwendet wurden, beschickt wird, so lässt sich eine ohngefähre Vergleichung mit den bei dem Hohofenbetrieb erhaltenen Resultaten anstellen. Wenn nun 100 Pfd. Roheisen 257 Pfd. Erz entsprechen, so zeigt die Rechnung, dass 38,91 Procent Roheisen gewonnen werden, was einen Verlust an Eisen von noch nicht 10 Procent ergiebt.

Das dergestalt erhaltene Roheisen ist ein mittelfeinkörniges, graues, gaares Roheisen, von ausgezeichneter Festigkeit, welches sich besonders zum Gusse eignet. Der grösste Theil des gewonnenen Roheisens wird auf der Hütte selbst vergossen und die daraus gegossenen Gegenstände aller Art zeichnen sich sowohl durch ihre Beschaffenheit als auch durch ihr äusseres Ansehen aus.

Aber auch zur Stabeisenfabrikation eignet sich das Holzhäuser Stabeisen sehr gut, da es von allen schädlichen fremden Beimengungen frei ist, und es wird bei einem allerdings nicht unbedeutendem Aufwand von Brennmaterial und Verlust an Eisen ein vorzügliches Stabeisen daraus erhalten, welches alle die guten Eigenschaften, welche das Stabeisen für die technische Anwendung so werthvoll und unentbehrlich macht, in ausgezeichnetster Weise zeigt.

Die Production des Stabeisens geschieht nach dem Verfahren der sogenannten deutschen Frischschmiede und es werden daselbst täglich 706 Pfd. Stabeisen gewonnen. Auf 100 Pfd. Stabeisen werden verbraucht:

137 Pfd. Roheisen,
156 „ Buchenkohlen.

## Gang der Analyse des Roheisens.

Bei der Analyse des Roheisens ist es zunächst die Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes desselben, welche in mannichfacher Beziehung von Interesse und mancherlei Schwierigkeiten darbietet. Bekanntlich findet sich der Kohlenstoff im Roheisen in zweifachem Zustande, entweder als sogenannter chemisch gebundener oder als nur mechanisch beigemengter — Graphit, — weshalb auch die Bestimmung desselben eine zweifache ist.

Da es bis jetzt noch nicht gelungen eine Methode zu finden, den sogenannten chemisch gebundenen Kohlenstoff sicher direct zu bestimmen, so beschränken sich vorläufig die Analysen darauf:

1) die gesammte Menge des im Eisen enthaltenen Kohlenstoffs,
2) den Graphitgehalt desselben zu bestimmen, um durch die Differenz beider die Menge des sogenannten chemisch gebundenen Kohlenstoffs auf indirecte Weise zu finden.

Ehe wir zur Besprechung der verschiedenen bisher angewendeten und als zuverlässig empfohlenen Methoden zur Bestimmung des Kohlenstoffs im Eisen übergehen, müssen wir die Bemerkung einschalten, dass es nicht leicht ist, die Bedingung der meisten dieser Methoden zu erfüllen, nämlich das

zu untersuchende Material in einen möglichst fein zertheilten Zustand zu versetzen und anzuwenden. Dies zu erreichen sind verschiedene Methoden vorgeschlagen, von denen aber die wenigsten in allen Fällen zum Ziele führen. Besondere Schwierigkeiten veranlasst die Zerkleinerung des grauen Roheisens, da dieses wegen seiner ihm eigenen Zähigkeit im Stahlmörser schwer in Stücke zu zerschlagen, geschweige denn hierauf zu pulverisiren ist. Gleiche, wenn nicht noch grössere Schwierigkeiten, bietet die Zerkleinerung des Stabeisens dar, da solches auf die oben angegebene Weise gar nicht zertheilt werden kann. Das empfohlene Verfahren, sich durch Feilen das Eisen im fein zertheilten Zustande zu verschaffen, ist mühsam und unsicher, da sich die Feilen leicht abnutzen, auch ist zu jeder Probe eine besondere Feile nöthig. Am besten erhält man die angeführten Eisensorten fein zertheilt, wenn man sich, wie ich es that, in einer Maschinenfabrik feine Spähne bohren läst, die auf solche Weise so fein erhalten werden können, dass man sie schon zwischen den Fingern pulverisiren kann.

Was die Bestimmung des gesammten Kohlenstoffs im Roheisen anlangt, so hat schon früher Karsten Versuche angestellt, um von den vielen in Vorschlag gebrachten Methoden die zuverlässigsten auszumitteln. Die am meisten übereinstimmenden Resultate hat Karsten erhalten bei Anwendung der Methoden, welche auf der Zersetzung des Kupferchlorides, Eisenchlorides und Chlorsilbers durch Eisen beruhen.

Nachdem man nämlich die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass es nicht möglich sei, durch Auflösen des Eisens in Säuren den Kohlenstoffgehalt zu bestimmen, da bekanntlich bei dem Zusammenkommen von Eisen und Säuren eine heftige Wasserstoffentwickelung stattfindet, wobei sich ein Theil des im Eisen enthaltenen Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff zu einer gasför-

migen Verbindung vereinigt, ein anderer Theil aber mit demselben Körper und Sauerstoff ein Oel bildet, welches in Lösung geht, — so richtete man bald seine Aufmerksamkeit auf jene Chlorverbindungen. Bringt man eine der obengenannten Chlorverbindungen mit dem Eisen in Berührung, so zersetzt dasselbe bekanntlich diese, wobei das Metall derselben regulinisch abgeschieden, das Roheisen aber selbst unter Zurücklassung aller in ihm enthaltenen Kohle aufgelöst wird.

Abgesehen von einigen Schwierigkeiten, welche die Ausführung der eben gedachten Methoden darbietet, sind sie auch langwierig und umständlich. Ein gleicher Vorwurf trifft das von Gurlt [1]) modificirte Verfahren mit Chlorsilber, was er nicht, wie Berzelius und Karsten vorgeschlagen, im geschmolzenen Zustande, sondern frisch gefällt anwendet. Abgesehen davon, dass es nach diesem Verfahren schwierig, geringe vorhandene Mengen des sogenannten chemisch gebundenen Kohlenstoffs neben Kieselsäure nachzuweisen, besteht auch der Rückstand nach dem Kochen mit Kalilauge und Auflösen des dabei zurückbleibenden Silbers und Graphits, nicht aus reinem Graphit.

Das zuerst von Berzelius angegebene Verfahren, die Zersetzung durch Kupferchlorid zu bewerkstelligen, soll nach Karstens Versuchen genügende Resultate geben. Bei Versuchen, die wir mit Kupferchlorid angestellt, wurde das nach Gottlieb [2]) modificirte Verfahren angewendet. Man überlässt hiernach das Eisen einige Tage der Zersetzung mit einem grossen Ueberschuss von krystallisirtem, möglichst säurefreiem Kupferchlorid; hierauf, wenn die Zersetzung erfolgt ist, wird unter Anwendung von Wärme mit Salzsäure digerirt und über Asbest filtrirt und ausgewaschen. Scharf getrocknet wurde der Kohlen-

1) Polytech. Centralbl. 1856. S. 377.
2) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1853, No. 3. S. 498.

stoff nach Art der organischen Elementaranalyse mit Kupferoxyd unter Anwendung des Sauerstoffstromes verbrannt und als Kohlensäure gewogen.

Das Verfahren unterscheidet sich von dem früheren dadurch, dass man hierbei den Kohlenstoff nicht direct durch Wägung bestimmt, was leicht zu ungenauen Resultaten Anlass geben kann. Einestheils ist die ausgeschiedene Kohle nicht ganz rein, die Wägung aber ausserdem dadurch misslich, dass die Kohle im feinzertheilten Zustande, wie sie hier erhalten wird, bekanntlich Gase lebhaft condensirt, anderntheils aber das Verbrennen des Kohlenstoffs im Platintiegel ungenau, weil solches schwer vollständig zu ereichen, auch durch die verbrennende Kohle leicht Theilchen von andern im Tiegel befindlichen Körpern mit fortgerissen werden können. Dass, wie Buchner[1]) vermuthet, dem Kohlenstoff auch krystallisirtes Silicium beigemengt sei, ist nicht möglich, da sich solches bei der Auflösung des Eisens zu Siliciumoxyd oxydirt. Auch hat Wöhler durch directe Untersuchungen gefunden, dass nie in diesem Rückstande freies Silicium enthalten ist.

Trotz der Anwendung dieses verbesserten Verfahrens ergaben uns die Versuche mit Kupferchlorid ungenügende Resultate, indem die Gesammtmenge des Kohlenstoffs zu niedrig gefunden wurde.

Ein gleiches Resultat ergaben die nach der von Kobell[2]) vor Kurzem vorgeschlagenen Methode ausgeführten Versuche, welche darin besteht, dass beim Zusammenbringen von Eisen, Braunstein und Salzsäure eine Zersetzung stattfindet, wobei sämmtlicher Kohlenstoff zurückbleiben soll. Es scheint, dass

1) Buchner, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. 25. S. 231.

2) Gelehrte Anzeigen der königl. bayer. Akademie der Wissenschaften. Auch Journal f. prakt. Chemie Bd. 71. S. 149.

auch bei Anwendung dieser Methode ein Verlust unvermeidlich ist.

Da die auf nassem Wege auszuführenden Methoden zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes im Roheisen sehr umständlich und unsicher sind, so ist man schon früher darauf gekommen, den Kohlenstoff im Eisen zugleich mit diesem vollständig zu oxydiren und als Kohlensäure zu bestimmen. Zu diesem Zwecke sind gleichfalls verschiedene Methoden vorgeschlagen worden.

Berthier, der sich um die Bestimmung des Kohlenstoffs im Roheisen besonders verdient gemacht, schlägt vor, das Eisen in fein zertheiltem Zustande im Sauerstoffstrom bei erhöhter Temperatur zu verbrennen und will auf diese Weise genaue Resultate erhalten haben. Wir haben die Versuche in der Weise angestellt, dass das fein zertheilte Eisen in ein Porcellanschiffchen gegeben und dieses in ein Porcellanrohr gebracht wurde. Durch das glühende Rohr wurde nun vollständig getrocknetes Sauerstoffgas, in der Weise, wie es zu der organischen Elementaranalyse benutzt wird, in regelmässigen, langsam auf einander folgenden Blasen geleitet. Der Kohlenstoff wird zu Kohlensäure oxydirt, diese durch ein Chlorcalciumrohr geleitet, im Kaliapparat absorbirt und gewogen. Der Kohlenstoffgehalt wurde bei diesen Versuchen zu niedrig gefunden, wahrscheinlich deshalb, weil eine sich im Beginn der Operation bildende und zusammensinternde Verbindung von Eisenoxydoxydul das übrige Eisen umgiebt und eine weitere Einwirkung des Sauerstoffs verhindert.

Ein anderes Verfahren beruht darauf, die Oxydation des Kohlenstoffs durch Glühen mit Metalloxyden zu bewirken, welche hierbei ihren Sauerstoff abgeben.

Es wurde zu diesem Zwecke nach Art der organischen Elementaranalyse verfahren. Das fein gepulverte Roheisen wurde mit ausgeglühtem Kupferoxyd gemengt, im Verbren-

nungsrohre geglüht und ein continuirlicher Strom von Sauerstoffgas hindurchgeleitet. Der Kohlenstoff zu Kohlensäure oxydirt wurde wie bei der Elementaranalyse bestimmt. Auch hier wurden zu niedrige Resultate erhalten, da wie es scheint, das reducirte Kupferoxyd mit dem oxydirten Eisen zusammenbäckt und so die weitere Einwirkung des Sauerstoffs verhindert wird.

Um diesen Uebelstand zu beseitigen, hat man anstatt des Kupferoxydes schmelzbare Oxyde angewendet, um so das Eisen in eine innigere Berührung mit dem oxydirenden Körper zu bringen. Schon früher hatte Regnault zu diesem Zwecke vorgeschlagen, die Oxydation durch ein Gemenge von chromsaurem Bleioxyd und chlorsaurem Kali zu bewerkstelligen. Diese Methode ist aber unbrauchbar, weil sich aus dem Gemenge beider Oxyde in der Glühhitze neben Sauerstoffgas auch Chlorgas entwickelt, welches in dem zur Aufnahme der Kohlensäure bestimmten Apparat absorbirt wird und so eine Vermehrung des Gewichts verursacht. Um dieses zu vermeiden ersetzten wir das chlorsaure Kali durch chromsaures Kali, erhielten aber auch hierbei trotz aller angewandten Vorsicht, wie sie die Ausführung der organischen Elementaranalyse erfordert, ungenügende Resultate.

Nachdem so die angeführten Methoden durchprobirt und bei Anwendung derselben zuverlässige Resultate nicht erhalten worden waren, galt es, nach andern Methoden zur Bestimmung des gesammten im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffs sich umzusehen, welche vielleicht zuverlässigere Resultate liefern würden.

Es lag nahe zu diesem Zwecke die Versuche zu wiederholen, welche früher schon mit Chlorgas angestellt worden waren, da das gegen diese Methode Eingewandte nicht begründet schien. Obschon die Einwirkung des Jods auf das Eisen dieselbe wie die des Chlors, so ist solches doch bei Silicium hal-

tigen Eisensorten, also besonders bei dem grauen Roheisen, nicht anwendbar, weil die Zersetzung des Jods nur auf nassem Wege erfolgen kann und hierbei durch die in Folge des Siliciums veranlasste Wasserzersetzung ein Theil des Kohlenstoffs sich mit dem im statu nascenti vorhandenen Wasserstoff verbindet und als eine gasförmige Kohlenwasserstoffverbindung weggeht. Bei dem Stabeisen jedoch, sowie auch bei dem Spiegeleisen, wo der Siliciumgehalt nur gering ist, dürfte diese Methode, mit Jod die Zersetzung zu bewirken, die empfehlenswertheste sein. Ist das Eisen sehr fein zertheilt, so erfolgt die Zersetzung schnell und vollständig.

Bei Silicium haltigen Eisensorten ist man aber genöthigt seine Zuflucht zum Chlor zu nehmen und zwar in Gasform, da solches im flüssigen Zustande, wegen seiner geringen Löslichkeit im Wasser, nicht anwendbar sein würde.

Haupterfordernisse zum Gelingen der Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes im Roheisen mittelst der Zersetzung durch Chlorgas sind folgende:

1) Anwendung von trocknem Chlorgas,
2) vollständige Trockenheit der Apparate sowie Abschluss der atmosphärischen Luft.

Fernere Bedingungen sind noch, dass die Verstopfung der Fortleitungsröhren durch das sich bildende Eisenchlorid verhindert wird, sowie dass die anzuwendende Substanz nicht zu fein zertheilt ist.

Die Ausführung des Versuchs geschieht in folgender Weise: Man giebt die Substanz in ein Porcellanschiffchen und bringt dieses in eine ziemlich lange Glasröhre nahe an die Einmündung des Chlorstroms. Diese Röhre legt man in einen Ofen nach Art der Verbrennungsöfen und leitet trocknes Chlorgas über die Substanz. Trocken muss dasselbe sein, weil sonst ein Theil des Kohlenstoffs auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers sich zu Kohlensäure oxydiren würde; aus gleichem Grunde

ist es nothwendig, dass die atmosphärische Luft möglichst vollständig abgehalten und aus dem Apparat ausgetrieben wird. Deshalb lässt man zuerst, nachdem man das Schiffchen in die Röhre gegeben, das Gas in reichlicher Menge durch den Apparat streichen; damit nicht die Einwirkung des Chlorgases auf das Eisen eher stattfindet, als die Luft vollständig aus dem Apparat getrieben, ist es nothwendig, die Substanz nicht in zu fein zertheiltem Zustande anzuwenden, da im andern Falle, wie wir beobachtet, schon in der Kälte die Einwirkung des Chlorgases auf das Eisen stattfindet. Es ist nun rathsam, den Chlorstrom zu mässigen, damit bei etwas erhöhter Temperatur, wo die Einwirkung des Chlors beginnt, diese nicht mit einem Male zu heftig wird, was besonders die Fortschaffung des sich in grosser Menge bildenden, voluminösen Eisenchlorids erschwert. Letzteres gelingt in dem oben beschriebenen Apparat leicht, wenn man von der Stelle, wo die Substanz liegt, bis an das andere Ende die Röhre mässig erwärmt, so dass das sich bildende Eisenchlorid in der Röhre vertheilt wird. Zuletzt leitet man das Chlorgas wieder reichlicher und zwar so lange hindurch, bis keine Bildung von Eisenchlorid mehr stattfindet.

Die im Schiffchen zurückbleibende Kohle durch directe Wägung zu bestimmen, ist nicht möglich, da sie die feuerbeständigen Chlorverbindungen des Calciums und Magnesiums noch enthält, die man auf diese Weise leicht auffinden kann, wenn man den Rückstand mit Wasser auszieht. Man filtrirt, nachdem man einige Zeit digerirt, über Asbest, trocknet die Kohle und verbrennt sie nach Art der organischen Elementaranalyse mit Kupferoxyd gemengt im Sauerstoffstrom. Die so ausgeführte Analyse ergab übereinstimmende Resultate.

Würde man den Chlorstrom bei seinem Austritte aus der Röhre durch Wasser leiten, so würden hier Chlorsilicium und Chlorphosphor absorbirt werden, welche man auf diese

Weise auffinden könnte, wenn man ein phosphorhaltiges Eisen zu untersuchen hat.

Was nun den andern Theil der Kohlenstoffbestimmung anlangt, so ist dieser bei Weitem einfacher. Durch die vollständige Unlöslichkeit der ausgeschiedenen Kohle, des Graphits, in Säuren und ätzenden Alkalien, gelingt es leicht, diesen von dem sogenannten chemisch gebundenen Kohlenstoff zu trennen. Man digerirt zu diesem Zwecke das Roheisen mit Königswasser — nicht mit Salzsäure allein, da durch die heftige Wasserstoffentwickelung leicht Theilchen mit fortgerissen werden können — filtrirt über Asbest und wäscht den ungelöst zurückgebliebenen Graphit mit kochendem Wasser aus. Nachdem man ihn noch mit Aetzkali, Alkohol und Aether behandelt hat, welch' letztere Agentien etwa noch vorhandene Kohlenwasserstoffverbindungen aufnehmen, verbrennt man ihn nach Art organischer Körper und wiegt ihn als Kohlensäure.

Die Analyse des Homberger Roheisens ergab:

3,52 % Graphit,

0,315 % sog. chemich gebundenen Kohlenstoff.

Der Kohlenstoffgehalt des von uns untersuchten Roheisens weicht nicht viel ab von dem in andern grauen Roheisensorten nachgewiesenen. So fand in neuerer Zeit Buchner [1]) in einem grauen Gusseisen von Blansco 2,79 Procent Graphit und 0,71 Procent sogenannten chemisch gebundenen Kohlenstoff; in einem andern dergleichen ebendaher 3,28 Graphit und 0,38 gebundenen Kohlenstoff. Gurlt [2]) fand in einem solchen 3,156 Graphit und 1,347 gebundenen Kohlenstoff. Wenn sich der Kohlenstoff im Homberger Roheisen mit andern früher analysirten Roheisenarten verglichen, etwas höher herausstellt, so möchten wir den Grund hierfür hauptsächlich in der Man-

1) Buchner, l. c.

2) Polytechn. Centralblatt 1856 S. 366.

gelhaftigkeit der bisher zur Bestimmung des Kohlenstoffs angewendeten Methoden suchen, nach welchen der Kohlenstoffgehalt in den meisten Fällen zu niedrig gefunden wurde.

Ausserdem waren in dem Eisen enthalten: Silicium, Mangan, Magnesia, (Spur) Phosphor, Aluminium, Molybdän, ausser dem Silicium alle übrigen nur in geringer Menge. Das Molybdän wurde in folgender Weise aufgefunden:

Ein Stück Roheisen wurde mit verdünnter Salzsäure unter Einwirkung mässiger Wärme digerirt. Der grösste Theil löste sich unter Zurücklassung eines schwarzen schuppigen Rückstandes. Dieser wurde von der Lösung abfiltrirt, ausgewaschen und mit Ammoniak digerirt. Hierbei entstand eine lebhafte Wasserstoffentwicklung nach Wöhlers Untersuchungen von dem sich höher oxydirenden Siliciumoxyd herrührend. Die ammoniakalische Lösung wurde abfiltrirt, eingedampft und mit Schwefelammonium befeuchtet, wobei eine rothbraune Färbung entstand, die auf die Anwesenheit von Vanadin, Chrom oder Molybdän deutete. Auf Zusatz einer Säure entstand ein brauner Niederschlag, der, nachdem er abfiltrirt, ausgewaschen, getrocknet und geröstet worden, vor dem Löthrohr untersucht wurde. Die Färbung der Phosphorsalzperle deutete auf Molybdän. Ein anderer Theil desselben Niederschlags wurde mit kohlensaurem Natron-Kali unter Zusatz von etwas salpetersaurem Kali geschmolzen. Die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, löste sich farblos in demselben auf, so dass Chrom nicht zugegen sein konnte, welches die Lösung gelb gefärbt haben würde. Salpetersäure zu dieser farblosen Flüssigkeit zugesetzt, bewirkte ebenfalls keine gelbliche Färbung, welche entstanden wäre, wenn Vanadin in der Lösung enthalten gewesen. Ein Theil der Lösung zur Trockne eingedampft und in die Phosphorperle gebracht, färbte dieselbe heiss und kalt grün, welche Färbung von vorhandenem Molybdän herrührte. Der nach dem Digeriren mit Ammoniak gebliebene

Rückstand wurde nochmals mit Schwefelammonium behandelt, wodurch aber etwas Weiteres nicht ausgezogen wurde.

Ein anderer Theil des schwarzen, durch Auflösen des Roheisens in verdünnter Salzsäure erhaltenen Rückstandes wurde mit kohlensaurem Natron-Kali geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde mit wenig Wasser digerirt und hierauf Schwefelammonium zugesetzt, wodurch ein schwarzgrüner Niederschlag, von einer Spur Eisen herrührend, entstand. Zu dem Filtrat wurde Salzsäure gesetzt, wodurch ein brauner Niederschlag entstand, dessen weitere Prüfung die Anwesenheit des auf anderem Wege schon gefundenen Molybdäns bestätigte.

In dem schön blaugrün gefärbten Filtrate konnte durch Zusatz von Ammoniak, Salmiak und schwefelsaurer Magnesia eine Spur Phosphorsäure nachgewiesen werden.

Zur Auffindung der übrigen im Roheisen enthaltenen Körper wurde ein grösseres Stück Roheisen in Königswasser gelöst und dann in gewöhnlicher Weise verfahren.

Zur genauen quantitativen Bestimmung der meist nur in sehr geringer Menge im Roheisen enthaltenen Körper ist es gut, zur Bestimmung eines jeden dieser Bestandtheile eine eigene Untersuchung zu unternehmen.

Die Methoden hierzu finden sich ausführlich angegeben in Wöhlers „praktischen Uebungen in der chemischen Analyse" S. 150 u. folg. und in Rose's „ausführlichem Handbuch der analytischen Chemie" II. S. 760 u. folg.

---

Für die mir in so reichem Maasse gewährte Unterstützung bei Ausführung dieser Arbeiten im Laboratorium nehme ich Gelegenheit, Herrn Ober-Medicinalrath Prof. Wöhler auch hier meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

LEIPZIG,

DRUCK VON GIESECKE & DEVRIENT.